

## IMPLEMENTASI CHECKSUM UNTUK KEANDALAN DATA DALAM PESAN AIS UNTUK PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI DAERAH PENANGKAPAN IKAN

Muhammad Nial Alanus Sholah<sup>1</sup>, Imam Sutrisno<sup>2\*</sup>, Dimas Pristovani Riananda<sup>3</sup>,  
Muhammad Khoirul Hasin<sup>4</sup>, Afif Zuhri Arfianto<sup>5</sup>, Basuki Rahmat<sup>6</sup>

*Program Studi D4 Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*

*Email korespondensi : imam\_sutrisno@ppns.ac.id*

### ABSTRAK

*Penelitian ini membahas implementasi checksum untuk keandalan data dalam transmisi pesan AIS (Automatic Identification System) berdasarkan panjang pesan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memastikan integritas data yang dikirimkan melalui AIS dengan menggunakan metode perhitungan checksum berbasis operasi XOR. Metode penelitian yang digunakan meliputi pengumpulan data, analisis perhitungan checksum, dan validasi data melalui pengujian di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan checksum berbasis XOR efektif dalam mendeteksi kesalahan selama transmisi data AIS. Dengan penerapan checksum ini, data yang diterima dapat diverifikasi keakuratannya, sehingga mengurangi risiko kesalahan dan kerusakan data selama transmisi. Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa panjang pesan AIS mempengaruhi nilai checksum yang dihasilkan, yang penting untuk memastikan integritas data dalam berbagai kondisi transmisi*

**Kata kunci :** Checksum, AIS, NMEA 0183, XOR, Integritas Data

### PENDAHULUAN

AIS (Automatic Identification System) adalah perangkat navigasi yang memberikan informasi tentang data kapal.[1] Berdasarkan regulasi dari IMO (International Maritime Organization) dan SOLAS (Safety of Life at Sea), semua kapal dengan berat di atas 300 GT yang berlayar secara internasional, kapal di atas 500 GT yang berlayar secara non-internasional, dan semua kapal penumpang diwajibkan untuk menggunakan perangkat AIS.[2] Automatic Identification System (AIS) adalah sistem pelacakan otomatis yang digunakan pada kapal dan oleh layanan lalu lintas kapal (VTS) untuk

mengidentifikasi dan melacak kapal secara otomatis melalui pertukaran data elektronik dengan kapal lain yang terdekat, stasiun pantai, satelit, dan AIS base stations. AIS dirancang untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi maritim, serta untuk mencegah tabrakan di laut.[3] Penggunaan perangkat AIS juga sangat membantu dalam pelayaran dan memiliki banyak kegunaan lainnya. Misalnya, data AIS dapat digunakan untuk mengidentifikasi perairan yang sering dilalui kapal, menentukan daerah rawan kecelakaan berdasarkan kepadatan lalu lintas pelayaran, mengawasi dan memonitor kapal yang sedang berlayar, serta mendukung sistem keamanan

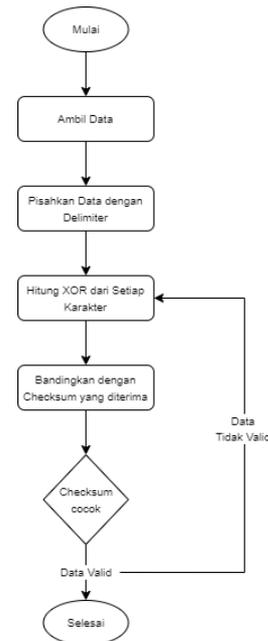
terintegrasi seperti *Integrated Maritime Surveillance System (IMSS)*. [4]

Dalam operasinya, AIS menggunakan frekuensi radio sebagai media komunikasi antar perangkatnya. Frekuensi radio VHF yang digunakan oleh AIS berada pada frekuensi maritim 161,975 MHz dan 162,025 MHz. [5] AIS (*Automatic Identification System*) menggunakan frekuensi radio VHF untuk mengirim data yang telah dikodekan. Informasi yang dikirimkan meliputi identitas kapal, posisi GPS, kecepatan, arah, dan jenis muatan. [6] Data ini dikirim dalam bentuk pesan digital yang terus menerus dipancarkan oleh kapal dan dapat diterima oleh kapal lain, stasiun pantai, atau satelit yang memiliki penerima AIS. [7]. Sistem ini memungkinkan kapal dan stasiun pantai untuk memantau pergerakan kapal secara *real-time*, yang sangat penting untuk keselamatan navigasi dan manajemen lalu lintas maritim. Selain itu, AIS membantu dalam pencegahan tabrakan dengan memberikan informasi yang akurat tentang posisi dan pergerakan kapal-kapal di sekitarnya. [8]

Salah satu elemen penting dalam transmisi data AIS adalah penggunaan checksum untuk memastikan integritas data. Checksum adalah nilai yang dihitung dari data pesan dan ditambahkan ke akhir pesan. Ketika pesan diterima, checksum dihitung ulang dan dibandingkan dengan nilai yang diterima untuk mendeteksi kesalahan transmisi. [9] Protokol NMEA 0183 merupakan protokol yang digunakan untuk mengirimkan data AIS, menggunakan format pesan terstruktur dan checksum untuk memastikan data tidak rusak atau berubah selama transmisi. [10].

## METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengkaji implementasi checksum dalam transmisi data AIS berdasarkan panjang pesan. Berikut adalah flowchart yang menggambarkan langkah-langkah dalam penelitian tentang implementasi checksum dalam transmisi data AIS berdasarkan panjang pesan



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## 2.1 Instrumen Penelitian

### 2.1.1 NMEA 0183

NMEA 0183 adalah protokol komunikasi standar yang digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik maritim seperti GPS, radar, *fishfinders*, dan AIS (*Automatic Identification System*). Protokol ini memungkinkan perangkat dari berbagai produsen untuk berbagi informasi menggunakan format pesan yang terstruktur. Pesan NMEA 0183 untuk AIS dikenal sebagai AIVDM (*AIS VHF Data-link Message*).

Struktur Pesan NMEA 0183 untuk AIS (AIVDM). Pesan AIVDM mengandung informasi tentang posisi, identitas, kecepatan, dan arah kapal. Berikut adalah struktur umum dari pesan AIVDM:

```
!AIVDM,1,1,,A,402OjRAvwkLQ@>LJ5FQv  
4QwT055W,0*5C
```

```
!AIVDM,1,1,,A,35Mk?@1000PD;88MD5MT  
Dwwt0@1m,0*1F
```

```
!AIVDM,1,1,,A,15Mwql0001G?tTpN>1I1bw  
wt0@1M,0*58
```

```
!AIVDM,1,1,,A,13aG;o0P00PD;88MD5MTD  
wwt0@1m,0*1C
```

### 2.1.2 Perhitungan XOR

Operasi XOR adalah alat yang kuat dalam perhitungan checksum untuk memastikan integritas data selama transmisi. Dengan

melakukan operasi XOR pada setiap bit data, kita dapat mendeteksi kesalahan dan memastikan bahwa data yang diterima adalah sama dengan data yang dikirim. Operasi XOR sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk komunikasi data, kriptografi, dan pengolahan sinyal. Hasil dari operasi XOR pada dua bit akan menjadi 1 jika salah satu bitnya adalah 1, tetapi bukan keduanya.

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabel 1. XOR

### 2.1.3 Checksum

Checksum adalah metode yang digunakan untuk memastikan integritas data selama transmisi. Dalam konteks protokol NMEA 0183 yang digunakan dalam AIS (*Automatic Identification System*), checksum membantu mendeteksi kesalahan yang mungkin terjadi selama pengiriman data dari satu perangkat ke perangkat lainnya. Checksum dihitung berdasarkan nilai biner dari data yang dikirim dan dibandingkan dengan nilai checksum yang diterima untuk memverifikasi bahwa data tidak berubah atau rusak. Misalkan kita memiliki string data NMEA 0183 sebagai berikut:

!AIVDM,1,1,,A,402OjRAvwkLQ@>LJ5FQv4QwT055W,0\*5C

Data yang diambil adalah semua karakter antara ! dan \*. Jadi nilai Checksum adalah 5C

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini pengambilan data informasi kapal dilakukan di *software Open CPN*. Data informasi kapal diperoleh melalui AIS berdasarkan *longitude*, *latitude* dan *ID number*. Pesan NMEA pada AIS sebagai berikut:

!AIVDM,1,1,,A,13aG;o0P00P<Pd>IVnD4T`wv0@E:;0\*6A

Data Delimeter	Keterangan
!AIVDM	Type NMEA Message

1	Number of Sentences (some messages need more than one)
1	Sentence Number (1 unless it's a multi-sentence message)
	The blank is the Sequential Message ID (for multi-sentence messages)
A	AIS Channel (A or B)
13aG;o0P00P<Pd>IVnD4T`wv0@E:	The Encoded AIS Data
0*	End of Data
6A	NMEA Checksum

Tabel 2. Delimeter AIS Message

### 3.2 Konversi Setiap Karakter ke Bentuk ASCII.

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) adalah skema pengkodean karakter yang menggunakan 7 bit untuk mewakili setiap karakter. Ini berarti setiap karakter ASCII memiliki nilai numerik antara 0 dan 127. Namun, biasanya dalam implementasi modern, 8 bit (1 byte) digunakan untuk menyimpan nilai ASCII, di mana bit kedelapan biasanya diatur ke nol atau digunakan untuk keperluan lain seperti kode karakter tambahan dalam set ekstensi ASCII

(*extended ASCII*).

Karakter	ASC II
A	65
I	73
V	86
D	68
M	77
,	44
l	49
,	44
l	49
,	44
,	44
A	65
,	44
l	49
3	51
a	97
G	71
;	59
o	111
0	48
P	80
0	48
0	48
P	80
<	60
P	80
d	100
>	62
l	108
V	86
n	110
D	68
4	52
T	84
`	96
w	119
v	118
0	48
@	64
E	69
:	58
,	44
0	48

**Tabel 3.** Konversi ASCII

A	0 XOR 65 = 65 0000000 0 XOR 0100000 1 = 0100000 1 (65)
I	65 XOR 73 = 8 0100000 1 XOR 0100100 1 = 0000100 0 (8)
V	8 XOR 86 = 9400001 000 XOR 0101011 0 = 0101111 0 (94)
D	94 XOR 68 = 2601011 110 XOR 0100010 0 = 0001101 0 (26)
M	26 XOR 77 = 87 0001101 0 XOR 0100110 1 = 0101011 1 (87)
,	87 XOR 44 = 123 0101011 1 XOR 0010110 0 = 0111101 1 (123)
l	123 XOR 49 = 74 0111101 1 XOR 0011000 1 = 0100101 0 (74)
,	74 XOR 44 = 102 0100101 0 XOR 0010110 0 =

### 3.3 Menghitung nilai XOR

Berikut proses XOR secara rinci dengan menguraikan setiap langkah dalam perhitungan checksum untuk pesan ini !AIVDM,1,1,,A,13aG;o0P00P<Pd>lVnD4Tww0@E:,0\*6A`.

Karakter	Operasi XOR
----------	-------------

	0110011		0101100
	0 (102)		1 (89)
1	102	G	89 XOR
	XOR 49		71 = 30
	= 87		0101100
	0110011		1 XOR
	0 XOR		0100011
	0011000		1 =
	1 =		0001111
	0101011		0 (30)
	1 (87)	;	30 XOR
,	87 XOR		59 = 37
	44 = 123		0001111
	0101011		0 XOR
	1 XOR		0011101
	0010110		1 =
	0 =		0010010
	0111101		1 (37)
	1 (123)	o	37 XOR
,	123		111 = 74
	XOR 44		0010010
	= 87		1 XOR
	0111101		0110111
	1 XOR		1 =
	0010110		0100101
	0 =		0 (74)
	0101011	0	74 XOR
	1 (87)		48 = 122
A	87 XOR		0100101
	65 = 22		0 XOR
	0101011		0011000
	1 XOR		0 =
	0100000		0111101
	1 =		0 (122)
	0001011	P	122
	0 (22)		XOR 80
,	22 XOR		= 42
	44 = 58		0111101
	0001011		0 XOR
	0 XOR		0101000
	0010110		0 =
	0 =		0010101
	0011101		0 (42)
	0 (58)	0	42 XOR
1	58 XOR		48 = 26
	49 = 11		0010101
	0011101		0 XOR
	0 XOR		0011000
	0011000		0 =
	1 =		0001101
	0000101		0 (26)
	1 (11)	0	26 XOR
3	11 XOR		48 = 42
	51 = 56		0001101
	0000101		0 XOR
	1 XOR		0011000
	0011001		0 =
	1 =		0010101
	0011100		0 (42)
	0 (56)	P	42 XOR
a	56 XOR		80 = 122
	97 = 89		0010101
	0011100		0 XOR
	0 XOR		0101000
	0110000		0 =
	1 =		

	0111101		0100010
	0 (122)		0 =
<	122		0100110
	XOR 60		0 (76)
	= 70	4	76 XOR
	0111101		52 = 120
	0 XOR		0100110
	0011110		0 XOR
	0 =		0011010
	0100011		0 =
	0 (70)		0111100
P	70 XOR		0 (120)
	80 = 22	T	120
	0100011		XOR 84
	0 XOR		= 44
	0101000		0111100
	0 =		0 XOR
	0001011		0101010
	0 (22)		0 =
d	22 XOR		0010110
	100 =		0 (44)
	114	,	44 XOR
	0001011		96 = 76
	0 XOR		0010110
	0110010		0 XOR
	0 =		0110000
	0111001		0 =
	0 (114)		0100110
>	114		0 (76)
	XOR 62	w	76 XOR
	= 76		119 = 59
	0111001		0100110
	0 XOR		0 XOR
	0011111		0111011
	0 =		1 =
	0100110		0011101
	0 (76)		1 (59)
l	76 XOR	v	59 XOR
	108 = 32		118 = 77
	0100110		0011101
	0 XOR		1 XOR
	0110110		0111011
	0 =		0 =
	0010000		0100110
	0 (32)		1 (77)
V	32 XOR	0	77 XOR
	86 = 118		48 = 125
	0010000		0100110
	0 XOR		1 XOR
	0101011		0011000
	0 =		0 =
	0111011		0111110
	0 (118)		1 (125)
n	118	@	125
	XOR		XOR 64
	110 = 8		= 61
	0111011		0111110
	0 XOR		1 XOR
	0110111		0100000
	0 =		0 =
	0000100		0011110
	0 (8)		1 (61)
D	8 XOR	E	61 XOR
	68 = 76		69 = 120
	0000100		0011110
	0 XOR		1 XOR

	0100010
	1 =
	0111100
	0 (120)
:	120
	XOR 58
	= 66
	0111100
	0 XOR
	0011101
	0 =
	0100001
	0 (66)
,	66 XOR
	44 = 106
	0100001
	0 XOR
	0010110
	0 =
	0110111
	0 (106)

**Tabel 4.** Perhitungan XOR

Nilai akhir dari XOR adalah 106, yang dalam heksadesimal adalah 6A untuk pesan !AIVDM,1,1,,A,13aG;o0P00P<Pd>IVnD4Tww0@E:,0\*6A

Proses ini menunjukkan setiap langkah XOR pada setiap karakter dilakukan untuk menghasilkan checksum yang sesuai dengan nilai yang diberikan.

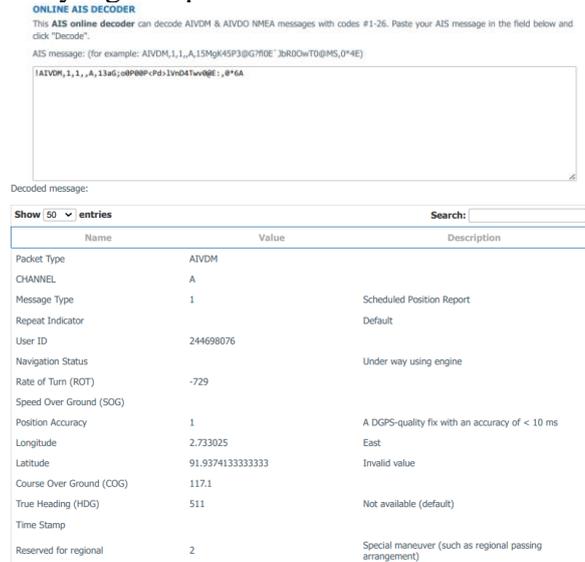
Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis terhadap hasil pengujian sistem. Data yang digunakan untuk analisis berasal dari langkah-langkah sebelumnya, mulai dari analisis instrumen penelitian, model perhitungan dan perancangan data.

Pada Pengujian pesan AIS ini melalui masukan data statik dan dinamis. Data dinamis dan statis ini dirubah dalam format NMEA 0183. Data NMEA 0183 ini merupakan data yang dapat diterima oleh AIS receiver. Pada penelitian ini menggunakan AIS decoder online aggssoft. Berikut merupakan hasil dari validasi pesan

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan checksum dalam transmisi data AIS (Automatic Identification System) sangat penting untuk memastikan integritas data. Checksum membantu dalam mendeteksi kesalahan yang mungkin terjadi selama proses transmisi data, sehingga dapat meningkatkan keandalan

**AIS yang didapatkan.**



**Gambar 2.** Validasi AIS Message

Pada Gambar didapatkan bahwa pesan ais benar dan dapat dibaca oleh decoder online sehingga panjang pesan AIS berikut : !AIVDM,1,1,,A,13aG;o0P00P<Pd>IVnD4Tww0@E:,0\*6A sesuai dengan panjang data dan penggunaan checksum benar. Berikut disajikan pengaplikasian checksum pada program.

```

unsigned char calculateCRC(String message)
{
  unsigned char crc = 0xFF; // Start with 0xFF for an 8-bit CRC
  for (int i = 0; i < message.length(); i++)
  {
    crc ^= (unsigned char)message[i]; // XOR
    for (int j = 0; j < 8; j++)
    {
      if (crc & 0x80)
        crc = (crc << 1) ^ 0xD5; // TO HEXA 8BIT
      else
        crc <<= 1;
    }
  }
  return crc; // 8-bit result without masking
}
    
```

**Gambar 3.** Penerapan pada Pengkodean

sistem komunikasi maritim. Dengan menerapkan metode perhitungan checksum berbasis operasi XOR, data yang dikirim dan diterima dapat diverifikasi keakuratannya, mengurangi risiko kesalahan dan kerusakan data selama transmisi. Selain memastikan integritas data, disarankan untuk meneliti metode tambahan untuk meningkatkan keamanan data selama transmisi, seperti enkripsi data, untuk melindungi informasi

sensitif dari akses yang tidak sah. Dengan melanjutkan penelitian di bidang ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih optimal dan inovatif untuk memastikan integritas dan keamanan data dalam sistem komunikasi maritim, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi kapal di perairan internasional dan lokal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- M. Agus, S. W. Widyanto, Ma'muri, S. Wisnugroho, and S. Asuhadi, "Automatic Identification System (AIS) Berbasis Mikrokontroler untuk Pengawasan Nelayan di Wakatobi," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, pp. 1–7, 2018.
- F. Daffa *et al.*, "Purwarupa Model Teknik Penerima Sistem Identifikasi Otomatis (AIS) Dua Kanal untuk Satelit Kubus," vol. 8, no. 6, pp. 3807–3813, 2022.
- A. N. Messages, O. A. I. S. Decoder, A. I. S. D. Api, and O. A. I. S. Decoder, "ARE YOU CAPTURING THIS AIS DATA MANUALLY? WOULD YOU WANT TO MONITOR AN OBJECT LOCATION?," pp. 3–4.
- Z. Zulqarnain, E. Prahasta, A. Meidyando, and D. Jantarto, "Analisa Pergerakan Kapal dengan Memanfaatkan Data AIS(Automatic Identification System) Guna Mendukung Operasi Keamanan dan Keselamatan di Perairan Yuridiksi dan Perairan NKRI," *J. Chart Datum*, vol. 2, no. 2, pp. 129–138, 2022, doi: 10.37875/chartdatum.v2i2.99.
- Y. W. Matrutty, Y. Saragih, P. Waluyo, J. Hs, R. Waluyo, and K. Karawang, "(Ais) Pada Kapal Tug Boat Leo Power 2206," vol. 11, no. 2, pp. 266–270, 2022.
- H. Saputra, A. B. K.A, D. Istardi, and S. W. S, "Penggunaan Data Automatic Identification System (AIS) untuk Mengetahui Pergerakan Kapal (Studi Kasus pada Lalu Lintas Kapal di Selat Singapura dan Perairan Batam)," *J. Integr.*, vol. 8, no. 2, pp. 139–143, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JI/article/view/44>
- M. Masmilah, H. Setiawan, W. Hermawansyah, and R. Haryadi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kapal Menggunakan Data Automatic Identification System (AIS) Dengan Geographic Information System (GIS)," *SNARS-TEK Semin. Nas. Rekayasa dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2019.
- A. D. P. Maulidi AAB Dinariyana, Ketut Buda; Pitana, "Pengembangan Sistem Monitoring Automatic Identification System (Ais) Berbasis Website Secera Real Time," *Inovtek Polbeng*, vol. 07, no. Vol 7, No 2 (2017): INOVTEK Volume 7, No 2, November 2017, pp. 153–166, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.polbeng.ac.id/index.php/IP/article/view/218>
- C. House, C. B. Park, C. Road, and U. Kingdom, "NMEA Reference Guide," vol. 44, no. 2, 2011.
- SiRF Technology Inc, "SiRF NMEA Reference Manual," vol. 1, no. December, 2007.